Chinese Agron. J. 1: 21-34 (1991)
Chinese Society of Agronomy © 1991

水稻分蘗之生理研究 (四)不同節位葉片形態性狀與稻穀產量間之相關

張富洲、劉大江

臺灣省農業試驗所農藝系

摘要：本試驗採用本省歷年來育成之9個稉稻與2個秈稻品種爲材料，於第一、二期作在田間栽培，以單一大分蘗爲樣品，測定抽穗期各節位葉片之長度、寬度與面積，計算各節位葉片諸項性狀與劍葉或第3葉性狀之比值，以及與成熟期稻穀產量間之關係。水稻葉片長度以劍葉最短，第3葉最長，各節位葉片長度間的相對關係有明顯的品種間及期作間差異，即高產品種具有較高的第3葉與劍葉長度比值，而第一期作第2至4葉相對於劍葉之長度顯著超過二期作之相對長度；單一葉面積性狀也有相似的表現，一期作水稻分蘗第2至4葉之單葉面積又較二期作爲高。水稻單一分蘗稻穀產量在一期作與葉片形態性狀之間相關較不明顯，在第二期作則與第3、4葉長度、第2至4葉長度與劍葉長度比值、除劍葉外之單葉面積與總葉面積、第2至4葉面積與劍葉面積比值均呈顯著或極顯著之正相關，顯示葉面積爲限制產量的因子。本試驗結果認爲葉片形態性狀影響群體的葉片立體結構，因期作而有不同，爲期作產量差異的生理原因之一；而第3葉片長度及其與劍葉長度之比值與稻穀產量具有相關，或可用爲高產育種選拔時之指標，值得再予詳細研究探討。

關鍵語：水稻、葉片形態性狀、產量。

Physiological studies of rice tillers. IV. Relationship between morphological characters of leaf blades and grain Yield

Fu-Chou Chang and Dah-Jiang Liu
Department of Agronomy, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan 41301, Republic of China

Abstract. Large tillers of 9 japonica and 2 indica rice cultivars were used in this experiment. Length, width, and area of leaf blades at different node positions of the culm were measured at heading stage. Measurements of various leaf blade characters were also compared to those of the flag leaf or 3rd leaf from the top. Their relationship with grain yield was then determined. Experimental results in-

dicated that ratios of individual leaf length to flag or 3rd leaf length were different among cultivars or between crop seasons. High-yielding cultivars tended to have higher ratio of 3rd leaf length to flag leaf length. Ratios of the 2nd to 4th leaf length to flag leaf length were higher for the 1st than for the 2nd crop rice. Single leaf area of the 2nd to 4th leaf was higher for the 1st crop rice as compared to tillers of rice grown in the 2nd crop season. No clear relationship was observed between grain yield and leaf morphological characters in the 1st crop season. However, length of the 3rd and 4th leaves, ratios of the 2nd to 4th leaf length to flag leaf length, single leaf area (except for flag leaf) and total leaf area, and ratios of the 2nd to 4th leaf area to flag leaf area were all significantly correlated with grain yield in the 2nd crop. It is assumed that changes in leaf geometry caused by dimension characters were important in causing yield difference between crops. Length of the 3rd leaf and its ratio to flag leaf length were suggested as possible indexes for breeding high-yielding varieties as they were significantly correlated to most leaf morphological as well as yield characters.

Key words: Rice, Leaf morphological characters, Yield.

前　言

自從Watson（1947）首創葉面積指數（leaf area index, LAI）觀念，Monsi and Saeki（1953）研究光線穿透葉層結構的現象，對日射量與作物光合作用速率提出量的描述以來，有關禾本科穀類作物的育種工作進展極速，經由選拔適於密植栽培及對氮素具高反應能力的株型（plant type），作物產量得以大幅度提升（Chandler 1969, Eans 1975）。在諸多與理想株型有關的形態性狀中，短稈及較小而直立的葉片最受重視（Matsushima 1975,1976）；多數禾穀作物如水稻及小麥等，在生育期間不斷產生分櫱，但至少在抽穗以前，葉片結構持續變化，因此如欲將整體葉片性狀數值化，在應用上仍存在極大的困難（Tsuchiya and Kinoshita 1983）。

葉片在發育期間，長度、寬度與面積固然易受環境因子的影響（Ticha 1985），但品種間仍具差異，有其實際應用價值。在水稻方面，Matsushima（1976）認爲劍葉（第1葉）與第2葉片的光合能力不足以供應穗部充實之需，下位葉片也有相當的重要性，因此應考慮其受光態勢，並進而以第3葉片長度爲基準，對理想的劍葉與第2葉相對長度提出建議。有關水稻各節位單一葉面積的研究，因限於測定法及葉面積指數、葉片角度與葉片生理活性等因素的共同影響，缺少數值化的參考資料，因此少爲育種學者實際應用，但其重要性則不容忽視（Tsuchiya and Kinoshita 1983）。

本研究室曾測定高產水稻品種臺農67號的單葉面積性狀，發現劍葉與第2葉葉片之長度及佔總葉面積之比值均低於其他品種，第3葉則具有較大的相對葉面積（Wei et al. 1989）；爲求瞭解葉片形態性狀與產量間的可能關係，本試驗選用本省歷年來育成之9個稉稻代表性品種及2個高產秈稻品種，以主稈或一次分櫱等單一分櫱爲樣品，針對各節位

葉片之長度與面積進行詳細調查，探討與稻穀產量間之相關；試驗之最終目的在試圖提供簡單易測之數據化形態資料，供爲品種選育之指標。雖然田間單一大分蘗與全株水稻之生育表現有異，但本研究室未發表資料顯示就本省機插水稻而言，第一、二期作產量之90%以上係由主稈及一次分蘗所貢獻，亦即主稈與一次分蘗對水稻產量有極高之代表性，故所得資料將有助於瞭解水稻產量生理，並爲進一步研究其實用價值之依據。

材料與方法

本試驗所使用之水稻材料包括9個本省歷年育成之稉稻品種，依其育成年代分別爲臺中65號、嘉農242號、臺北309號、臺南5號、臺農67號、新竹64號、臺稉1號及臺稉2號，又採用栽培面積最廣之秈型稻品種臺中秈3號及臺中秈10號；除臺稉1號具早熟性外，其餘皆屬中晚熟品種。田間試驗於1989年第二期作及1990年第一期作在臺灣省農業試驗所農場進行，各期作水稻栽培時之行株距均爲30×15cm，採用多本植，小區面積在3×6m以上，重複三次，採用完全逢機區集設計。施用之肥料量均爲$N:P_2O_5:K_2O=150:58:90$ kg/ha，其中氮肥60kg N/ha與磷、鉀肥全量以基肥施用，其餘之氮素分兩次用爲追肥；栽培管理依慣行法爲之。

各水稻品種生長至抽穗期時，自每小區逢機選取15個主稈或一次分蘗爲樣品，依節位自上至下將葉片區分爲劍葉及第2、3、4與5葉，測量其長度、最大寬度與葉面積（使用美國Li-Cor公司之LI-3000葉面積計），同時計算各節位葉片長、寬及面積與劍葉或第3葉相對性狀之比值。成熟期亦自每小區逢機選取20個主稈或一次分蘗爲樣品，詳細調查稻穀產量及其構成要素。

所有試驗結果均經變方分析，品種間同一葉片性狀差異達顯著水準者以鄧肯氏多變域測定（Duncan's New Multiple Range Test）予以比較；部份性狀間並行相關分析。

結　　果

各水稻品種抽穗期不同節位葉片之長度資料列於表1；一般而言，以第3葉片最長，劍葉最短；品種間亦具有差異，例如第二期作之劍葉以嘉農242號最長，達35.6cm，其餘10個品種介於28.3-31.7cm之間；第2與第3葉片長度亦以稉稻嘉農242號與兩個秈稻品種最長。就稉型水稻品種而言，臺農67號、新竹64號與臺農70號之劍葉與第2葉葉片均有較短的趨向，而第3第4葉長度則與其他品種相近。第一期作於品種間比較之結果與第二期作大致相同，仍以嘉農242號及兩個秈稻品種具有較大的葉片長度，臺農67號、新竹64號

Table 1. Length (cm) of leaf blades at different node positions of rice tillers at heading stage

Cultivar	Second Crop, 1989				First Crop, 1990			
	Flag leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf	Flag leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf
Taichung 65	31.1bc	39.5bc	42.7cde	38.5c	27.6abcd	39.6abc	41.4b	39.3b
Chianung 242	35.6a	45.0a	47.1abc	39.3c	29.0ab	42.9a	45.3b	39.6b
Taipei 309	31.7b	39.9bc	41.1de	39.0c	24.5de	36.7bcd	43.5b	40.5b
Tainan 5	29.6bc	38.8bc	39.8e	39.3c	26.1bcde	36.3bcd	44.8b	40.9b
Tainung 67	29.1bc	38.6bc	41.8cde	39.7c	25.6cde	38.6abcd	44.3b	38.3b
Hsinchu 64	28.3c	37.7c	42.4cde	38.3c	24.4de	34.9d	44.5b	40.5b
Tainung 70	28.2c	37.6c	45.5bcd	41.7bc	23.8e	35.3cd	44.2b	41.9ab
Taikeng 1	30.7bc	38.1bc	42.1cde	38.3c	30.1a	41.8a	36.5c	29.2c
Taikeng 2	29.9bc	37.0c	42.4cde	40.0c	27.6abcd	40.0ab	43.5b	39.6b
Taichung sen 3	28.3c	41.5b	48.5ab	48.8a	30.8a	42.3a	43.7b	37.8b
Taichung sen 10	30.1bc	45.6a	52.0a	45.6ab	27.6abcd	42.0a	50.0a	45.2a

Means with the same letter within a column are not significantly different at 5% level according to Duncan's New Multiple Range Test.

與臺農70號之劍葉較短。如於期作間比較，多數品種在一期作之劍葉長度有較短的趨勢（表1）

在單一分蘖各節位葉片面積方面，二期作秈稻以第3葉而稉稻多以第2葉的單葉面積最大，第一期作則多數品種以第3葉面積較大，或與第2葉面積相當；僅有之例外爲臺中65號、嘉農242號與臺稉1號，第3葉面積甚至較劍葉面積爲低。在一期作栽培時，第2至4葉片之面積並顯著較二期作同節位葉片面積爲大，因此單一分蘖之合計葉面積亦較高（表2）。

表3爲各品種單一分蘖之稻穀產量及產量構成要素，第二期作稻穀產量以臺中秈10號最高，每一大分蘖爲3.13g，臺農67號與臺農70號之產量爲2.50g左右，亦屬高產，產量低於2g者爲臺中65號與臺南5號。在產量構成要素的表現方面，一穗穎花數以臺中秈10號等高產品種最多，並爲決定產量的最重要因子；除臺稉1號（77.7%）外，多數稉稻品種之結實率在90%左右，兩個秈稻品種較低，僅爲81%；千粒重之變域雖小，在品種間仍有顯著差異，以臺中65號之27.7g最高，嘉農242號、臺南5號與新竹64號之23.5g最低。

第一期作各水稻品種單一大分蘖之稻穀產量極高，例如臺中秈10號高達5.08g，嘉農242號、臺農67號、新竹64號及臺農70號亦在4g左右或以上，均屬產量表現較優之品種（表3）。一期作每一大分蘖穎花數最低者爲臺中65號，但仍有125個，爲二期作之1.58倍，最高者爲臺中秈10號，每穗有214個穎花，超過二期作約40%；在品種間比較，一穗穎花數的變化與產量表現趨勢相同。第一期作之結實率亦高，除臺中秈3號略低（88.8%），其他品種都在90%以上，臺中65號並高達96.6%。各品種之稻穀千粒重介於24.2-28.5g之間，較二期作爲高，但不同種之增幅有異，其中仍以臺中65號的表現最優，臺南5號與新竹64號的千粒重最低（表3）。

表4爲11個供試水稻品種穀產量與各節位葉片形態性狀間之相關分析結果。稻穀產量與葉片長度間之相關較不明確，除二期作與第3、4葉及一期作與第3葉片長度呈正相關，兩期作合併與劍葉長呈負相關外，其餘皆不顯著。在各節位葉長與劍葉長之比值方面，二期作稻穀產量與第2、3、4葉比值、一期作與第2葉比值及兩期作合併與第2、3葉比值均呈顯著或極顯著之正相關，亦即第2與3葉相對於劍葉之長度較長時，產量有升高的趨勢。如取用各節位葉片長與第3葉長之比值，計算與稻穀產量間的相關，則關係並不明顯，僅有二期作及兩期作合併之劍葉長度與產量呈極顯著之負相關（表4）。

水稻單一分蘖與葉面積性狀間之相關分析結果亦列於表4；以二期作資料單獨分析或合併兩期作資料分析，稻穀產量與第2、3、4葉面積及合計葉面積均呈極顯著之正相關，在一期作僅與合計葉面積有正相關，與各節位葉片之面積則無顯著關係。計算各節位葉面積與劍葉面積比值，再將此比值與產量行相關分析，結果顯示二期作或合併兩期作資料，第2、3及4葉與劍葉比值均與稻穀產量呈極顯著之正相關，於一期作則均不顯著（表4）。另一方面，採用各節位葉片與第3葉片面積之比值，則僅在二期作與合併兩期作之

Table 2. Area (cm^2/leaf) of leaf blades at different node positions of rice tillers at heading stage

Cultivar	Second Crop, 1989					First Crop, 1990				
	Flag leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf	Total	Flag leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf	Total
Taichung 65	27.62bc	30.32cd	26.87d	20.18ef	104.97e	27.28cd	37.21abc	34.97bc	29.03c	139.52cd
Chianung 242	34.50a	38.86ab	33.72bc	20.00ef	130.89cd	30.46abc	39.88ab	39.80ab	34.31ab	156.01bcd
Taipei 309	28.05bc	32.04cd	29.84cd	24.49cde	123.46d	25.18d	34.34c	37.30abc	33.24abc	148.14bcd
Tainan 5	25.34bc	30.31cd	28.82cd	22.61def	107.08e	25.90d	36.60abc	39.7ab	33.09abc	148.71bcd
Tainung 67	27.59bc	31.08cd	29.38cd	25.69cd	125.29cd	28.11bcd	38.88abc	40.30ab	35.96ab	157.41bc
Hsinchu 64	27.16bc	31.40cd	31.07bcd	23.98cde	125.40cd	25.95d	37.57abc	40.00ab	36.55ab	160.98b
Tainung 70	26.57bc	34.11c	36.32b	27.37c	141.57c	25.27d	35.45bc	39.80ab	37.64a	165.61ab
Taikeng 1	31.42ab	35.31bc	29.31cd	23.41cde	137.74cd	33.73a	41.66a	32.40c	21.88d	136.04d
Taikeng 2	24.31c	28.07d	25.79d	18.40f	96.56e	28.52bcd	38.62abc	38.50ab	34.34ab	158.71bc
Taichung sen 3	29.22abc	41.25a	46.12a	42.33a	188.78a	32.06ab	40.21ab	40.30ab	31.62bc	162.45b
Taichung sen 10	28.75abc	42.12a	44.84a	35.90b	161.79b	25.03d	41.62a	41.16a	37.41a	182.40a

Total leaf area may not equal to the combined area of the upper 4 leaves as area of the 5th leaf was not included for some varieties. Means with the same letter within a column are not significantly different at 5% level according to Duncan's New Multiple Range Test.

Table 3. Grain yield and yield components of rice tillers

Cultivar	Second Crop, 1989				First Crop, 1990			
	Spikelet no. per panicle	Seed-setting (%)	1,000-grain wt. (g)	Yield per tiller (g)	Spikelet no. per panicle	Seed-setting (%)	1,000-grain wt. (g)	Yield per tiller (g)
Taichung 65	79f	90.1b	27.7a	1.98de	125e	96.3a	28.5a	3.45ef
Chianung 242	114c	83.8cd	23.5f	2.24c	190b	92.3abcd	26.0bc	4.55b
Taipei 309	80f	95.1a	25.4b	.1.93de	141de	95.6ab	26.2bc	3.53def
Tainan 5	88e	85.6c	23.5f	1.77e	144de	94.5abc	24.2d	3.28f
Tainung 67	119c	88.1bc	23.9e	2.50b	176bc	95.0abc	25.7bc	4.30bc
Hsinchu 64	98d	89.7bc	23.3f	2.05de	172bc	93.7abc	24.3d	3.91cd
Tainung 70	112c	88.4bc	24.4d	2.42bc	172bc	93.6abc	25.4c	4.09c
Taikeng 1	116c	77.7e	24.0de	2.16cd	153cd	91.3bcd	25.4c	3.54def
Taikeng 2	92de	91.1b	25.2bc	2.11cd	140de	94.6abc	26.4b	3.50def
Taichung sen 3	127bc	81.2d	25.6b	2.66b	164cd	88.8d	26.5b	3.87cde
Taichung sen 10	153a	81.6d	25.1c	3.13a	214a	90.5cd	26.2bc	5.08a

Means with the same letter within a column are not significantly different at 5% level according to Duncan's New Multiple Range Test.

Table 4. Correlation coefficients between grain yield and leaf morphological characters for tillers of 11 rice cultivars

Character	2nd crop, 1989	1st crop, 1990	Two crops
Leaf length (cm)			
Flag leaf	n.s.	n.s.	−.547**
2nd leaf	n.s.	n.s.	n.s.
3rd leaf	.873***	.678**	n.s.
4th leaf	.772**	n.s.	n.s.
Length ratio to flag leaf			
2nd leaf	.823**	.631*	.822****
3rd leaf	.831**	n.s.	.617**
4th leaf	.632*	n.s.	n.s.
Length ratio to 3rd leaf			
Flag leaf	−.821**	n.s.	−.584**
2nd leaf	n.s.	n.s.	n.s.
4th leaf	n.s.	n.s.	n.s.
Leaf area (cm^2/leaf)			
Flag leaf	n.s.	n.s.	n.s.
2nd leaf	.759**	n.s.	.684**
3rd leaf	.822**	n.s.	.689***
4th leaf	.753**	n.s.	.715***
Total	.754**	.770**	.736***
Area ratio to flag leaf			
2nd leaf	.809**	n.s.	.739***
3rd leaf	.791**	n.s.	.618**
4th leaf	.771**	n.s.	.629**
Area ratio to 3rd leaf			
Flag leaf	−.693*	n.s.	−.642**
2nd leaf	n.s.	n.s.	n.s.
4th leaf	n.s.	n.s.	.510*

*, **, *** and ****: signficiant at 5, 1, 0.1 and 0.01% levels, respectively. n. s. : non-significant.

劍葉資料部份，發現與產量呈負相關，以及合併兩期作之第4葉資料與產量呈正相關（表4）。

本試驗同時測定水稻葉片長度性狀間之相關，以供爲檢討形態性狀與產量關係之參考；以一、二期作資料單獨分析或合併分析，所得結果可能有顯著或不顯著（5%水準）之分，茲就相關關係較爲明確者摘述如下。就不同節位葉片長度間之相互關係而言，劍葉與第2葉長呈正相關，第3葉與第4葉長之間亦有正相關存在（資料未列出）。各節位葉片長與劍葉長之比值與劍葉長度本身多呈負相關，與第3及第4葉片長度多呈正相關；而第2、3及4葉片長與劍葉長度比值相互之間，有顯著或極顯著之正相關（表5）。如以第3葉長爲基準，將劍葉及第2、4葉片長度與之計算比值，另一方面以劍葉長爲基準，將第2、3第4葉片長度與之計算比值，則兩項比值間多呈極顯著之負相關。綜合表5結果，以劍葉、第3葉及第4葉片長度與葉長性狀比值間的相關性最高，第2葉長度則未能表現此種關係；此外，第3葉及第4葉長度與劍葉長度之比值，亦能顯示與其他葉片長度性狀間的關係；又以劍葉長爲基準測得之長度比值，似較以第3葉片爲基準所測得之比值更具有應用性。

表6爲水稻單一分櫱葉片長度性狀與面積性間之相關，各節位的葉片長度中，劍葉及第2葉與面積性狀間的相關性不高，第3葉長度與第2至4葉葉面積呈顯著或極顯著之正相關，亦與第2至4葉片面積對應劍葉面積之比值呈正相關，即第3葉片長者，亦具有較大的第2至4葉葉面積。至於第3及第4葉長度與劍葉長度之比值，除少數例外，亦與多數面積性狀間呈正相關（表6）。

討　論

株型對禾本科穀類作物產量表現的影響極大，對水稻而言，理想的株型包括適度的分櫱能力、短稈、基部節間較短、葉片小而直立等（Chandler 1969），此一理論並已被應用於品種改良工作。在葉片的形態性狀方面，短小直立的葉片有助於提升光能利用效率，在密植與重氮肥栽培條件下，可以達到增產目的（Matsushima 1975）。水稻常以密植栽培，單株分櫱數多，各節位葉片之高度又有不同，相互遮陰的情況頗爲複雜，因此對有關理想株型應具的葉片型態性狀，極爲缺少量的描述。本試驗採用大分櫱爲樣品，並未考慮群落（community）條件，亦未分析葉片直立性或著生角度，主要目的在瞭解單一分櫱易於測定之簡單性狀與稻穀產量間的關係，於期作及品種間比較，以期供爲進一步試驗的依據。本研究室未發表之試驗資料顯示，一期作臺南5號主稈與一次分櫱數目佔每株總穗數之91.1%，產量則高達總產量之98.6%，第二期作兩項數值分別爲79.3%及90.2%，顯示大分櫱對全株產量有相當高的代表性，本試驗所得資料應可供爲考慮群落水稻產量生理問

Table 5. Correlation coefficients among leaf length characters for tillers of 11 rice cultivars

Character	Crop	Leaf length (cm)				Length ratio to flag leaf		
		Flag leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf
Length ratio of 2nd to flag leaf	I	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	–	.610*	n.s.
	II	n.s.	n.s.	.769**	.863***	–	.895***	.813**
	I + II	–.649**	n.s.	.473*	n.s.	–	.773****	.664***
Length ratio of 3rd to flag leaf	I	–.853***	–.663*	.742**	.837**	.610*	–	.977****
	II	n.s.	n.s.	.765**	.859***	.895***	–	.901***
	I + II	–.796****	n.s.	.637**	.652**	.773****	–	.944****
Length ratio of 4th to flag leaf	I	–.865***	–.695*	.698*	.870***	n.s.	.977****	–
	II	–.747**	n.s.	n.s.	.877***	.813**	.901***	–
	I + II	–.798****	n.s.	.553**	.755****	.664***	.944****	–
Length ratio of flag to 3rd leaf	I	.827**	.636*	–.772**	–.879***	–.599*	–.989****	–.979****
	II	.610*	n.s.	–.738**	–.832**	–.872***	–.998****	n.s.
	I + II	.784****	n.s.	–.653**	–.682***	–.753****	–.993****	–.947****
Length ratio of 2nd to 3rd leaf	I	.815**	.711*	–.733*	–.854***	n.s.	–.963****	–.960****
	II	.603*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	–.798**	–.699*
	I + II	.604**	.506*	–.587**	–.708***	n.s.	–.826****	–.851****
Length ratio of 4th to 3rd leaf	I	–.660*	n.s.	n.s.	.769**	n.s.	.667*	.808**
	II	–.617*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	I + II	n.s.	–.446*	n.s.	.560**	n.s.	n.s.	.518*

*, **, *** and *** : significant at 5, 1, 0.1 and 0.01% levels, respectively. n.s. : non-significant.

Table 6. Correlation coefficients between leaf length and area characters for tillers of 11 rice cultivars

Character	Crop	Leaf length (cm)				Length ratio to flag leaf		
		Flag leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf	Second leaf	Third leaf	Fourth leaf
Area (cm^2/leaf)								
Flag leaf	I	.843**	.691*	−.621*	−.833**	n.s.	−.912***	−.960****
	II	n.s.	.638*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	I + II	.648**	.664***	n.s.	n.s.	n.s.	−.533*	−.670***
2nd leaf	I	.783**	.826**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	−.6418
	II	n.s.	.807**	.889***	.736**	.707*	.041*	n.s.
	I + II	n.s.	.582**	.486*	n.s.	.668***	n.s.	n.s.
3rd leaf	I	n.s.	n.s.	.881***	.754**	n.s.	.691*	−.613*
	II	n.s.	.637*	.886***	.916***	.900***	.857***	.750**
	I + II	−.438*	n.s.	.699***	n.s.	.836****	.753****	.639**
4th leaf	I	−.608*	n.s.	.866***	.872***	n.s.	.886***	−.850**
	II	n.s.	n.s.	.688*	.931***	.903***	.851***	.880***
	I + II	−.654**	n.s.	.597**	n.s.	.868****	.853****	.808****
Total	I	n.s.	n.s.	.855***	.712*	n.s.	n.s.	n.s.
	II	n.s.	n.s.	.757**	.846***	.782**	.773**	.721*
	I + II	−.445*	n.s.	.616**	n.s.	.795****	.713***	.617**
Area ratio to flag leaf								
2nd leaf	I	n.s.	n.s.	.721*	.729*	.724*	.785**	.747**
	II	n.s.	n.s.	.823**	.892***	.939***	.909***	.807**
	I + II	−.642**	n.s.	.618**	n.s.	.905****	.858****	.759****
3rd leaf	I	−.751**	n.s.	.831**	.910***	n.s.	.973****	.960****
	II	n.s.	n.s.	.781**	.889***	.951***	.934***	.853**
	I + II	−.680***	n.s.	.696***	n.s.	.840****	.933****	.875****
4th leaf	I	−.776**	n.s.	.820**	.909***	.604*	.981****	.971****
	II	n.s.	n.s.	.664*	.901***	.921***	.903***	.910**
	I + II	−.745****	n.s.	.631**	n.s.	.830****	.941****	.920****

*, **, *** and **** : Significant at 5, 1, 0.1 and 0.01 % levels, respectively. n.s. : non-significant.

題時之參考。

本試驗採用本省歷年來育成之稉稻代表性品種9個與秈稻品種2個為材料，針對不同節位葉片長度的分析顯示品種間具有明顯差異，秈稻及新育成稉稻品種之第3與第4葉片有較長之趨勢，而第3葉長與稻穀產量並有正相關關係存在（表4）；Tanaka et al.（1966）曾經指出，熱帶水稻品種葉片長度在40-80cm的範圍內，與稻穀產量為負相關。不過葉片長度受環境因子的顯響頗大，品種間的反應也可能不同（Ticha 1985），本試驗也發現期作間葉片長度具有極大的變異（表1），因此認為不宜根據單一葉片長度推論水稻的產量表現。

目前多數學者認同短小的劍葉有助於提高水稻產量，Matsushima（1976）探討葉片長度對產量的影響，以第3葉長度為基準，認為劍葉與第2葉長度應分別較第3葉短30-40%與5-10%，方能具有較高的光能利用效率。本試驗採用相同的方法進行分析，卻發現單一分蘗稻穀產量僅於二期作或一、二期作資料合併分析時，與劍葉相對於第3葉之葉長比值具有極顯著的負相關，此一現象在一期作時並不存在，而第2葉及第4葉與第3葉之長度比值亦未能顯示與產量間的關係（表4），顯示其應用性仍待確定。另一方面，如以劍葉長為基準，第2或第3葉與其長度比值則較能表現與產量間的相關，以二期作或合併一、二期作資料分析，稻穀產量與此項比值間呈極顯著之正相關，二期作第4葉比值及一期作第2葉比值亦與產量為正相關，換言之，以劍葉為基準計量其他節位葉片之相對長度，在解釋水稻分蘗之產量生理方面，可能更具有意義。

本試驗發現水稻單一分蘗單葉面積具有明顯的品種間及期作間差異，秈稻的葉面積大於稉稻，近年來新育成稉稻品種之葉面積又大於早年育成之品種；而一期作之葉面積更顯著超過二期作，並有下位（第3及第4）葉片增幅最大的現象（表2）。葉面積的大小可能受環境因子影響（Ticha 1985,Yang and Heilman 1990），本省一、二期作水稻產量差異亦被認為與葉面積指數有關（Weng and Chen 1984, Wu and Chen 1984, Wei and Liu 1984），本試驗中所發現與稻穀產量呈正相關之葉面積性狀包括第2至4葉之單葉面積、分蘗總葉面積及第2至4葉面積與劍葉面積之比值（表4），顯示除絕對葉面積值以外，不同節位葉片之相對面積也可能對期作產量差異具有影響。

在理想水稻株型應具備的單葉葉面積性狀方面，以往的研究報告較少，而最被重視的是劍葉面積，多數學者認為劍葉面積以較小為佳，可降低對下位葉片的遮光程度，因而增加透光率，提高水稻群落的光合作用能力（Chandler 1969, Murata and Matsushima 1975, Tsuchiya and Kinoshita 1983），Matsushima（1976）指出水稻最上位2至3葉應小而直，在相同葉面積的條件下，具有較多且較短葉片株型的品種，產量潛能亦較高。但劍葉的適當面積如何，與下位葉的相對面積關係如何，則迄今尚缺少被共同認定的結論。

Matsushima（1976）曾強調以第3葉片長度為基準時，其他節位葉片長度與其比值對產量的重要性，本試驗則認為以劍葉長度為基準可能更具意義，已詳述於前；在葉面積

方面，一期作均未發現與產量有任何相關關係，而以第3葉面積爲基準時，亦僅有劍葉面積與其比值對產量呈負相關，其餘各葉片與第3葉面積的比值與產量的相關未達顯著水準（表4）；另一方面，如以劍葉面積爲基準，則第2至4葉單葉面積與其比值均與稻穀產量呈極顯著之正相關，因此推測至少在第二期作時，可以考慮加大第2或第3葉片面積與劍葉面積比值的可能增產意義。不過由於測定葉面積較爲費時，又缺少可靠的非破壞性取樣方法，限制了在育種方面的利用價值（Beadle 1985）；此外，葉片面積受長度及寬度共同影響，更易隨環境而改變(Ticha 1985)，本試驗亦發現葉面積或各葉面積比值在一期作與產量的關係不明確（表4），因此建議在利用葉片形態性狀於育種工作時，仍以考慮不同節位葉片與劍葉之長度比值爲宜。又由表5分析葉片長度性狀之間的相關得知，第3葉片與劍葉長度之比值，無論以一、二期作資料單獨或合併分析，均與其他最多長度性狀呈現極顯著之正或負相關；表6之長度與面積性狀間相關分析結果亦顯示，第3葉長度與劍葉長度的比值，與最多單葉面積或各節位葉面積與劍葉面積比值呈現極顯著之正或負相關。基於以上結果，本試驗認爲水稻分蘗第3葉長度與劍葉長度的比值最能代表葉片形態性狀之表現，在育種選拔指標上，亦最可能有利用價值。唯水稻單一分蘗與群體的葉片立體結構是否有所不同，仍應加以考慮，又在第一期作時葉片性狀與產量之關係尚欠明確，故仍將進行更廣泛及深入的試驗，以求確定水稻群落在田間栽培條件下，不同節位葉片相對長度對產量的影響。

誌謝：本項研究承行政院農業委員會補助經費（計畫編號79農建-7.1－糧-08），謹致謝意。

引用文獻

Beadle, C. L. (1985) Plant growth analysis. In: Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis (ed. by Coombs, J., Hall, D. O., Long, S. P. and Scurlick, J. M. O.). Pergamon Press, Oxford.

Chandler, R. F. Jr. (1969) Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. In: Physiological Aspects of Crop Yield (ed. by Eastin, J. D., Haskins, F. A., Sullivan. C. Y. and Van Bavel, C. H. M.). Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.

Evans, L. T. (1975) Crops and world food supply, crop evolution, and the origins of crop physiology. In: Crop Physiology — Some Case Histories (ed. by Evans, L. T.). Cambridge Univ. Press, London.

Matsushima, S. (1975) Crop Science in Rice — Theory of Yield Determination and

Its Application. pp. 252-253. Fuji Pub. Co., Ltd., Tokyo.
Matsushima, S. (1976) High-yielding Rice Cultivation. pp. 31-32, 48-54, 109-128. Univ. of Tokyo Press, Tokyo.
Monsi, M. and Saeki, T. (1953) Uber den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung fur die Stoffproduktion. *Jap. J. Bot.* 14:22-52.
Murata, Y. and Matsushima, S. (1975) Rice. In: Crop Physiology — Some Case Histories (ed. by Evans, L. T.). Cambridge Univ. Press, London.
Tanaka, A., Kawano, K. and Yamaguchi, J. (1966) Photosynthesis, respiration and plant type of the tropical rice plant. Int. Rice Res. Inst. Bull 7. 46p.
Ticha, I. (1985) Ontogeny of leaf morphology and anatomy. In: Photosynthesis during Leaf Development (ed. by Sestak, Z.). Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
Tsuchiya, H. and Kinoshita, O. (1983) Relationships between canopy structure and yield in rice plants. I. Panicle-number type and panicle-weight type cultivars in square and row plantings at three planting density levels in three cropping seasons. *Jap. J. Crop Sci.* 52:435-446.
Watson, D. J. (1947) Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Ann. Bot.* N.S. 11:41-76.
Wei, M. L. and Liu, D. J. (1984) Comparison of some agronomic and physiological characteristics between rice varieties differing in grain weight. *J. Agri. Res. China* 33:363-371.
Wei, M. L., Chang, F. C. and Liu, D. J. (1989) Comparison of leaf morphology and N metabolism among rice genotypes differing in grain weight. *J. Agri. Res. China* 38:277-290.
Weng, J. H. and Chen, C. Y. (1984) Photosynthetic characteristics, dry matter production and grain yield of the first and the second rice crops in Taiwan. In: Seasonal and Regional Low Yield of Rice in Taiwan and Measures for Yield Improvement (ed. by Liu, D. J. and Hsieh, S. C.). Special Pub. No. 16, Taiwan Agri. Res. Inst., Taichung.
Wu, W. H. and Chen, C. Y. (1984) Studies on the physiological characteristics of rice varieties of the first and second crops in Pingtung area. In: Seasonal and Regional Low Yield of Rice in Taiwan and Measures for Yield Improvement (ed. by Liu, D. J. and Hsieh, S. C.). Special Pub. No. 16, Taiwan Agri. Res. Inst., Taichung.
Yang, C. M. and Heilman, J. L. (1990) Study of leaf area as function of age and temperature in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agri. Res. China* 39. (In press)

（收稿日期：79年10月18日，接受刊登日期：79年11月1日）